



Recibido: 17/09/2021

Aceptado: 10/10/2021

Entorno Virtual de Aprendizaje para el Ensamblaje de Computadoras

Fabián Enrique Calvopiña Estrella ¹, Jaime Eduardo Paredes Almachi ¹, Leticia Azucena Vaca Cárdenas ²

¹Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador, ²Universidad Técnica de Manabí

¹calvopinaf@hotmail.com ¹

RESUMEN El avance vertiginoso de la ciencia y la tecnología junto a los radicales cambios provocados por la pandemia de Covid-19, han motivado procesos educativos no convencionales y la creación de materiales de estudio no tradicionales. Este trabajo permitió el diseño y desarrollo de un laboratorio virtual donde el estudiante pueda simular la interacción con componentes 3D para el Ensamblaje de un CPU. Para determinar el proceso más adecuado en el ensamblaje del computador, se consultó a varios expertos del área de ensamblaje de computadores con la finalidad de establecer la secuencia lógica que garantiza un ensamblaje correcto. Se utilizó la herramienta Blender para el diseño de los objetos 3D, mientras que para la animación e interacción se programó en el motor gráfico Unity. Se trabajó con la metodología de Marva, 2014, misma que promulga el desarrollo de mundos virtuales orientados a la educación. En la fase de pruebas para validar la funcionalidad y rendimiento del simulador, se trabajó con los expertos que apoyaron en el análisis preliminar. Como resultado se obtuvo una aplicación innovadora de aprendizaje que permite al usuario potenciar el interés, mejorar el entusiasmo en la adquisición de conocimientos sobre las características físicas y técnicas de los componentes internos del CPU para el ensamblaje de computadoras en un ambiente totalmente virtual.

Palabras claves: Simulador; Realidad Virtual; Ensamblaje de PC; Unity, Blender.

Virtual Learning Environment for Computer Assembly

ABSTRACT The vertiginous advance of science and technology belong with radical changes caused by the Covid-19 pandemic have motivated unconventional educational processes and the creation of non-traditional study materials. This work allowed the design and development of a virtual laboratory where the students can simulate the interaction with 3D components for the Assembly of a CPU (Central Process Unit). To determine the most appropriate process for assembling computers, several experts in the computer assembly area were consulted, to establish the logical sequence that guarantees a correct assembly. After that, the Blender tool was used for the design of the 3D objects, while the animation and interaction were programmed in the Unity graphics engine. The methodology used was basically of Marva, 2014, which promotes the development of virtual worlds oriented to education. In the testing phase to validate the functionality and performance of the simulator, it was necessary to work with the experts who supported the preliminary analysis. As a result, an innovative learning application was obtained that allows the user to enhance interest, improve enthusiasm in the acquisition of knowledge about the physical and technical characteristics of the internal components of the CPU for the assembly of computers in a virtual environment.

KEYWORDS: Simulator; Virtual Reality; PC assembly; Unity, Blender.



1. Introducción

Haciendo un poco de historia, entre los años 1970 y 1980, la RV (Realidad Virtual) se comienza a utilizar como herramienta para una clase de aviación en el departamento de defensa de los Estados Unidos, para hacer simulaciones de vuelo. Suárez-Warden et al., 2015, menciona la existencia ya en 1989 de "Un prototipo de sensor para el seguimiento tridimensional de segmentos corporales en movimiento", en el que los segmentos corporales pueden ser de un humano, o de un robot, creado por Sorenson. Este concepto es el que utiliza el sistema de seguimiento HTC Vive Lighthouse [1].

En el Ecuador, las realidades extendidas (virtual, aumentada y mixta) son un tema nuevo donde se ha trabajado poco o nada respecto al Ensamblaje de Computadoras ya que no existen registros de los mismos en búsquedas sistemáticas realizadas; sin embargo, según [2] en países como China y Taiwan ya se han desarrollado investigaciones importantes que han permitido generar nuevos aportes en estas temáticas.

A nivel nacional existen varias instituciones educativas que no cuentan con el equipamiento o infraestructura tecnológica necesaria, para su normal desenvolvimiento y para el aprendizaje práctico del ensamblaje de computadores, lo que causa dificultades; evidenciando de esta manera, la necesidad laboratorios o alternativas que faciliten este proceso.

Del mismo modo, como lo menciona [3] en su reportaje que sintetiza que: una de las principales problemáticas es la falta de equipos informáticos y profesores capacitados, ésta difícil situación se puede evidenciar en mayor porcentaje en las zonas rurales del país por ejemplo en Santo Domingo existen 313 establecimientos, en donde los maestros dibujan el computador en la pizarra para que los estudiantes puedan tener una idea de la forma de los dispositivos que lo conforman; en otros casos, los laboratorios no cuentan con los equipos adecuados para el número de estudiantes. Con este antecedente, se puede evidenciar la falta de presupuesto o infraestructura adecuada lo que ha ocasionado que el aprendizaje no maneje la parte práctica y sea deficiente. El presente artículo presenta los resultados del estudio que permitió el diseño, desarrollo e implementación de una aplicación de escritorio basada en Realidad Virtual para el ensamblaje de computadoras, misma que mitigará en gran parte esta problemática mencionada y potenciará y motivará el aprendizaje teórico-práctico de un modo innovador y atractivo para el estudiante. En este período de confinamiento por el virus COVID-19, los estudiantes que no han podido movilizarse de manera presencial o que no disponen de laboratorios cercanos, logran continuar con su instrucción de manera virtual en el Ensamblaje de Computadoras mediante esta aplicación.

Este artículo se ha organizado de la siguiente manera: continuando en la sección 1., se hace un análisis histórico-teórico de los principales aspectos relacionados al estudio de la Realidad Virtual, en la sección 2., se presenta la metodología aplicada, la sección 3, muestra los resultados obtenidos y finalmente en la sección 4, se evidencia la discusión y conclusiones del estudio.

1.1. Realidad Virtual (RV)

La RV, según, [4] se define como un entorno que puede ser de apariencia real o no, es generado por un sistema informático y visualizado por el usuario, mediante un dispositivo (casco o unas gafas) que puede estar acompañado de otros elementos como sensores de posición y movimiento, guantes, sonido 3D, elementos como mandos para desplazarse o manipular los objetos del entorno.

Actualmente la RV se apoya de equipamiento que determina la calidad de imagen/video del entorno de realidad virtual, la experiencia de inmersión y también su precio. Los dispositivos de la Figura 1, de gama baja son las cardboard (más económicos), utilizan un smartphone común y corriente para procesar y unas gafas de cartón. Los dispositivos de gama media, como por ejemplo los Gear VR de Samsung, utilizan un Smartphone de última generación y unas gafas especiales. Los dispositivos de alta gama, como los HTC Vive, utilizan un hardware muy específico y de alta potencia para crear entornos





Figura 1: Dispositivos de RV [5]

sorprendentes que además permiten interacción. La sensación que produce esta experiencia sobre la persona es la inmersión completa dentro de este entorno y la desconexión de la realidad. [5].

A continuación, en la Tabla 1, se muestra la evolución de los equipos de RV:

Tabla 1: Evolución de la RV, equipos y herramientas (PCWorld, 2020)

Año	Descripción	Imagen
2010	Microsoft HoloLens (1. ^a generación) es el primer equipo holográfico del mundo. Redefine la informática personal a través de experiencias holográficas. HoloLens combina ópticas y sensores de última generación para ofrecer hologramas 3D anclados al mundo real.	
2016	Oculus Rift , cascos de realidad virtual con una óptica de último nivel e incluye un sistema que elimina la necesidad de utilizar sensores externos como sí ocurre con los HTC Vive . Estas gafas tienen dos mandos Oculus Touch. Permite vivir una experiencia completamente inmersiva.	



Año	Descripción	Imagen
2016	Sony PlayStation VR , pensado para una consola de videojuegos, posibilita interactuar en un mundo virtual con una completa y fluida visión de 360 grados. Incorpora un sonido envolvente en 3D de última generación, percibe las voces, músicas o ruidos desde distancias, direcciones y ángulos distintos. Lots of lines	
2019	HTC Vive Cosmos , es un casco modular, tiene seis cámaras, aunque no son perfectas. Dispone del seguimiento SteamVR 1:1	
2020	Oculus Quest 2 , casco de realidad virtual destaca su pantalla, con una resolución de casi 2K en cada ojo. Se trata del panel más rico en detalles de cualquier otro casco. También tiene el Qualcomm Snapdragon XR2 Platform, con el que se mejora el rendimiento.	

En resumen, la RV representa la simulación de un escenario creado por computadoras con el cual se puede interactuar y en algunos casos permite vivir una experiencia inmersiva utilizando dispositivos apropiados que generan esa sensación.

1.2. Realidad Aumentada (RA)

Surge a inicios de los años 90 cuando la tecnología basada en computadores de procesamiento rápido y técnicas de renderizado, permiten implementar la combinación de imágenes generadas por el computador sobre la visión del mundo real que tiene el usuario. Se han dado varias definiciones sobre RA, entre otras se especifican por ejemplo que: esta tecnología superpone y combina la información digital con la información física en tiempo real, a través de diferentes dispositivos móviles como un smartphone o Tablet; es una tecnología que permite la interacción entre el usuario y el mundo físico proyectando imágenes 3D, objetos, texto y videos en tiempo real y se consolida como aquella que permite mezclar elementos virtuales para crear escenas o escenarios comunicativos, explicativos y exploratorios [6]. De acuerdo con [7], la realidad aumentada es la habilidad que el software posee para extraer datos desde la información visual del entorno o mundo real. Por otra parte, la realidad aumentada puede definirse como aquella información adicional (imagen, un carrusel de imágenes, un archivo de audio, un vídeo o un enlace) que se obtiene de la observación de un entorno, captado a través de la cámara de un dispositivo [8].

De acuerdo con [9] existen cinco elementos necesarios para generar RA:

1. Pantalla: medio por el cual se visualizará la información disponible en el entorno.




2. Cámara: dispositivo físico por el cual se captará la información física para suministrar a la aplicación de realidad aumentada.
3. Activador o marcador: elemento que hace funcionar la aplicación de realidad aumentada. Puede ser un marcador, código QR, una imagen o un punto de referencia (coordenada de GPS).
4. Información digital: información virtual que será superpuesta en el mundo real mediante la activación de un marcador.
5. Software: aplicación que genera la información virtual e interfaz del usuario.

En la Tabla 2 se muestra la cronología evolutiva de la RA.

Tabla 2: Cronología de la RA. Adaptada de (Calvopiña F, Paredes J. 2021).

Año	Acontecimiento	Ejemplo
2015	Niantic juntamente con Google lanzan Ingress, un juego que usa realidad aumentada y el que mayor éxito ha tenido en el mercado hasta el día de hoy.	
2015	Microsoft oferta HoloLens I, sus gafas de realidad aumentada.	
2016	Niantic lanza al mercado Pokémon Go, un juego con realidad aumentada para móviles, el cual consigue un éxito nunca antes visto en dicho género.	
2017	Apple y Google ofertan ARKIT y ARCore, que son sus propios kits de desarrollo con realidad aumentada.	
2018	Google crea y promociona la segunda versión de sus gafas Glass, pero en este caso encaminadas al mundo empresarial.	



Año	Acontecimiento	Ejemplo
2021	HoloLens 2, de Microsoft, ofrece una combinación innovadora de hardware, realidad mixta e inteligencia artificial (IA). Se pueden tocar y mover los hologramas de una forma natural; responden de una forma muy parecida a los objetos reales. Los comandos de voz funcionan incluso en entornos industriales ruidosos a través de micrófonos inteligentes y procesamiento de lenguaje natural.	

1.3. Realidad Mixta (RM)

Una definición de Realidad Mixta (RM) sostiene que, para conseguir este resultado, se graba a la persona que está en el entorno imaginario con la tecnología de pantalla verde. La posición de la cámara real se conecta con la de la cámara virtual, y así las personas que están en el mundo físico pueden ver lo que está haciendo el usuario inmerso en esa realidad paralela [10].

Por su parte, en la figura 2 [11], se refiere a la RM como la integración de elementos virtuales (hologramas) de tal forma que el usuario los perciba perfectamente contextualizados en el entorno real, gracias a una apariencia y comportamiento análogo al de cualquier elemento físico.

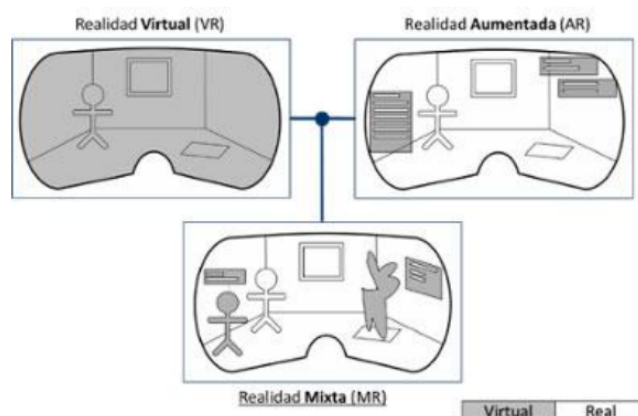


Figura 2: Realidad Mixta [11].

Para [12], la RM representa la fusión entre la realidad aumentada / realidad virtual e IoT. Con la realidad mixta, los mundos virtual y real se unen para crear nuevos entornos en los que tanto los objetos digitales como los físicos, y sus datos pueden coexistir e interactuar entre sí. Además, la realidad mixta cambia los patrones, permitiendo interfaces más naturales y conductuales. Estas interfases hacen posible que los usuarios se sumerjan en mundos virtuales o escenarios, al mismo tiempo que aprenden y actúan sobre la inteligencia digital generada por sensores y dispositivos conectados.

Un ejemplo de dispositivos capaces de percibir el entorno que les rodea mediante la fusión de sensores complejos, con procesamiento de datos embebido y de alto rendimiento son las HoloLens 2 de Microsoft, (Figura 3) donde el número de sensores, conectividad, autonomía, y certificaciones industriales resultan clave para resolver cualquier problemática mediante Realidad Mixta.



Figura 3: Hololens 2 Microsoft. Tomado de [13]

1.4. Estudios Relacionados

Dentro de la literatura investigada se mencionan en la Tabla 3. Los estudios relacionados al ensamblaje de computadores con Realidad Virtual que se han desarrollado en el ámbito educativo.

Tabla 3: Estudios relacionados al ensamblaje de computadores con RV, adaptada de (Calvopiña F, Paredes J. 2021).

Referencia	Caso de estudio
(Tong et al., 2020)[2]	Diseño y aplicación del sistema de formación virtual para el montaje de hardware informático.
(Cai & Yang, 2020)[14]	Desarrollo y práctica de la plataforma de experimentos virtuales en el ensamblaje y mantenimiento de computadoras basado en Blender y html5.
(Osman, Phon, et al., 2020)[15]	El efecto de la aplicación de realidad aumentada hacia la actuación de aprendizaje del estudiante en el montaje de PC.
(Khanthusaeng & Ditcharoen, 2019)[16]	Mejorar la habilidad de montaje de computadoras usando el laboratorio de computadora virtual junto con el método torneo de juego de equipo.
(Araujo et al., 2019)[17]	Creación de oportunidades de empleo en la línea de montaje de computadoras para personas con discapacidad a través de la realidad a través de la realidad aumentada.
(Peng, 2019)[18]	Aplicación Práctica. de Tecnología de Realidad Virtual en la Enseñanza.
(Teranishi & Yamagishi, 2018)[19]	Efectos educativos de un sistema de simulación de realidad virtual para la construcción de PC auto construibles.
(Wang, 2018)[20]	Aplicación de enseñanza de experimentos virtuales a distancia de computadora en tecnología de realidad virtual.
(Xie & Zhang, 2012)[21]	Sistema de montaje virtual de PC basado en el VRML/X3D.



Referencia	Caso de estudio
(Zhou et al., 2018)[22]	Promover la construcción del conocimiento: un modelo para usar la interacción de la realidad virtual para mejorar el aprendizaje abierto.
(Dan et al., 2012)[23]	Investigación e implementación de laboratorio virtual de montaje informático basado en 3D-Virtools.
(Dong et al., 2011)[24]	Diseño e implementación de un sistema experimental de montaje de computadoras virtuales.
(Osman, Eh Phon, et al., 2020)[25]	Using augmented reality application to reduce time completion and error rate in pc assembly

En la Figura 4, se observa que el número de las publicaciones relacionadas al ensamblaje de computadoras con realidad virtual son muy pocas y existe una tendencia de aumento en el presente año.

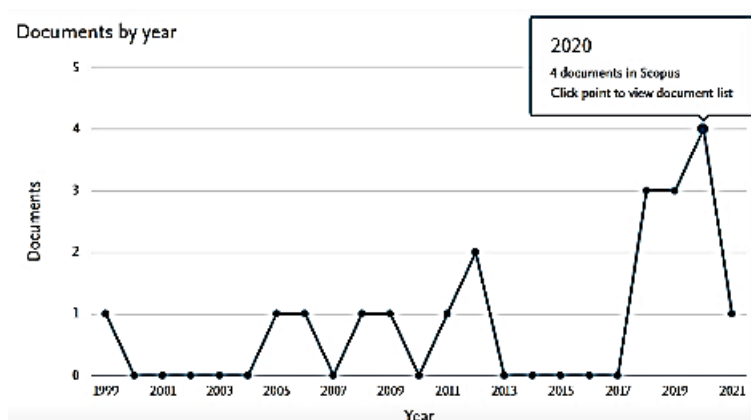


Figura 4: Publicaciones por año relacionadas al ensamblaje de computadores (Scopus)

Como se evidencia en la Figura 5, las publicaciones por país relacionadas al área de ensamblaje de computadoras se reflejan principalmente en China y en un número mínimo en otros países que siguen siendo orientales.

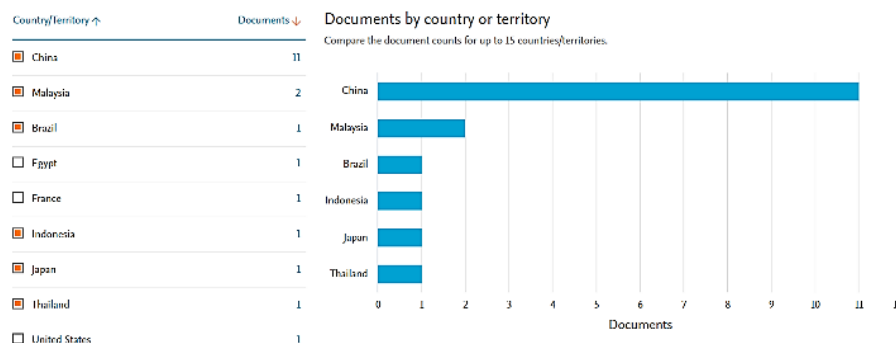


Figura 5: Publicaciones por país de proyectos relacionados al ensamblaje de computadoras –(Scopus)



1.5. Experiencias educativas

En el ámbito educativo hay varios casos experimentales que utilizan pre y post-tests para evaluar sus resultados como los estudios realizados por , [14], [2],[26],[14].

En síntesis, se indica que la experiencia que genera trabajar con ambientes virtuales en el área educativa resulta muy beneficiosa acelerando el proceso de enseñanza, potenciando el interés, mejorando la pasión e inventiva de los estudiantes; así mismo al experimentar la interacción con dichos componentes visuales consiguen aprender activamente y consolidar sus conocimientos dentro de un escenario 3D.

2. Metodología

Para definir la metodología a utilizar, se analizó algunas metodologías referentes al campo de la RV, sin embargo, la más apropiada en este caso fue la planteada por [27].

Este autor propone una metodología para el desarrollo de Mundos Virtuales con varias tareas imprescindibles que por su naturaleza hacen multidisciplinarios este tipo de proyectos educativos, maneja las fases de: Análisis, Modelado, Ambientación, Interacción y Pruebas como se detalla en la Figura 6.

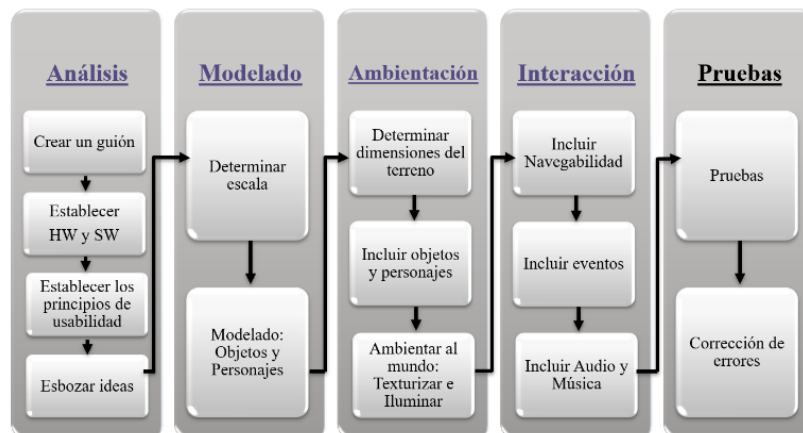


Figura 6: Metodología de Mundos Virtuales, adaptado de [27]

Esta metodología es idónea porque está enfocada en el aspecto educativo, y además cuenta con las fases, subfases y tareas específicas a realizar que se ajustan perfectamente a la creación de escenarios virtuales promoviendo proyectos multidisciplinarios.

Fase de Análisis: se elaboró un guión y se determinó el proceso más adecuado para establecer el orden correcto de ensamblaje, mismo que fue validado por expertos en el área mediante el método Delphi (ver Figura 7); así también, se escogió el hardware y software a utilizarse en el desarrollo de la aplicación; se estableció los principios de usabilidad y un bosquejo de la idea a trabajar.



Figura 7: Método Delphi para elaboración del proceso de ensamblaje de computadoras

Fase de Modelado: se refiere específicamente al diseño y creación de objetos 3D con la ayuda de la herramienta Blender 2.91, en este desarrollo se definieron dos elementos: la escala y el modelado de objetos, con lo cual se creó los siguientes componentes:

- CASE (ver Figura 8),
- mainboard ,
- microprocesador,
- memoria ram,
- tarjeta gráfica,
- cooler,
- fuente de poder,
- disco sólido, y
- cables

Todos los elementos con sus respectivos materiales y texturas basados en los componentes originales.

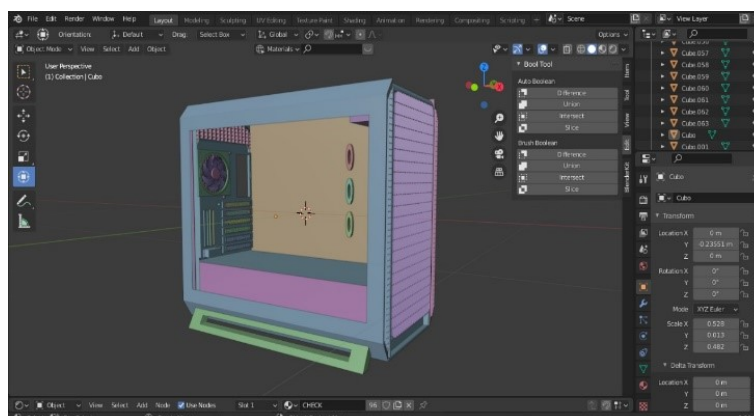


Figura 8: CASE - Modelado de componentes del CPU



Fase de Ambientación: para esta fase se trabajó desde el motor gráfico de Unity 3D; y se definió las características y dimensiones del escenario principal Laboratorio Virtual (Ver Figura 9) con sus respectivos detalles de ambiente, así como la integración de los componentes creados en Blender para dejar a punto la interacción en la simulación del ensamblaje del computador.

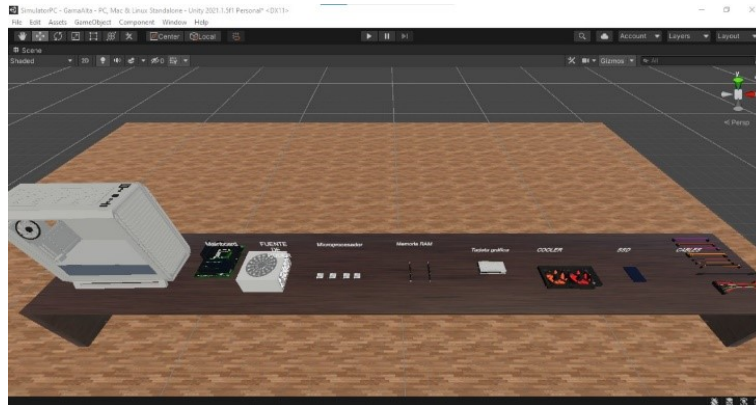


Figura 9: Prototipo del escenario virtual de ensamblaje de computadoras

Fase de Interacción: representa todo el proceso de programación que se utilizó en la simulación del ensamblaje de computadoras (navegabilidad, audio, música, etc.) mediante la programación en Unity con su lenguaje nativo C#, ver Figura 10.

```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using UnityEngine.SceneManagement;
5
6
7 public class CambioEscena : MonoBehaviour
8 {
9     0 referencias
10     public void LoadScene(string sceneName)
11     {
12         SceneManager.LoadScene(sceneName);
13     }
14 }
15
```

Figura 10: Prototipo del escenario virtual de ensamblaje de computadoras

Fase de Pruebas: esta última fase, involucró las pruebas respectivas para validar la aplicación. Los tipos de pruebas aplicados fueron:

- Alpha: su objetivo es medir el consumo de diferentes recursos en tiempo de ejecución en el caso de Unity el uso de la herramienta Profiler, (ver Figura 11) así como manejar casos de prueba para analizar la funcionalidad. Se decide utilizar este esquema de pruebas del autor [28] con la finalidad de implementarlas bajo un fundamento académico y validado por otro autor.
- Beta: esta prueba determina si la experiencia de juego es satisfactoria, problemas de jugabilidad, experiencia visual, inmersión y dificultad mediante la aplicación de encuestas a usuarios. [29]. El análisis de las respuestas de la encuesta reveló algunas debilidades que necesitaron ser corregidas antes de su puesta en producción.

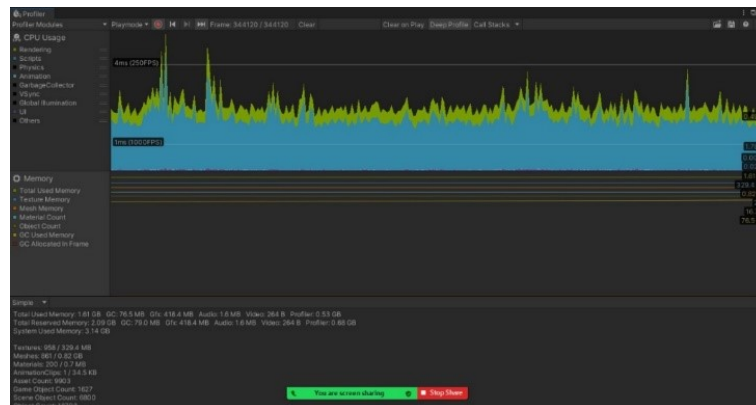


Figura 11: Indicadores de rendimiento utilizando herramienta Unity Profiler.

3. Resultados

El principal resultado es la aplicación implementada, sin embargo, es importante mencionar que durante todo el proceso se contó con el apoyo y evaluación de expertos (ver Anexo A) en el área del ensamblaje de computadoras.

La aplicación desarrollada cuenta con varios escenarios virtuales como son:

- **Escenario de Exploración de Componentes:** en el cual es posible realizar el aprendizaje y reconocimiento de cada uno de los componentes internos del CPU para el posterior ensamblaje. Genera críticas positivas por ser intuitivo y de facilidad en la interacción. Figura 12.



Figura 12: Escenario Exploración de componentes

- **Escenario principal de Simulación:** este ambiente virtual cumple con el objetivo de permitir al usuario vivir una experiencia innovadora mediante la interacción con objetos en 3D y a su vez aprender sobre el ensamblaje de un computador, mismo que será guiado por un check de componentes de acuerdo con la gama del PC que se escogió. Figura 13.

La valoración de funcionalidad y rendimiento de la aplicación genera resultados muy favorables de acuerdo con la aplicación de la herramienta Profiler.



Los resultados de la encuesta realizada a los expertos en la fase de implementación permitieron una retroalimentación de mejora y optimización del proyecto.

- Aplicar el método Delphi con expertos del área (ver Anexo A), favoreció para elaborar el proceso más acertado en el ensamblaje de computadoras que se detalla en el diagrama de flujo descriptivo del Anexo B.
- En cuanto a la creación y diseño de objetos 3D en Blender son componentes reutilizables y compatibles con otras herramientas de diseño 3D y motores de juego.



Figura 13: Escenario principal – Laboratorio Virtual.

3.1. Validación

Para validar la herramienta de RA desarrollada e implementada se utilizó el cuestionario tal como se muestra en el Anexo C, con 5 preguntas cuyos resultados fueron los siguientes:

En la Figura 14, se demuestra que, es necesario realizar un ajuste en la programación para evitar que el usuario realice ese tipo de configuraciones de la pantalla al ingresar al simulador.

1. ¿Configuración de la resolución de pantalla e iniciación del simulador?

4 respuestas

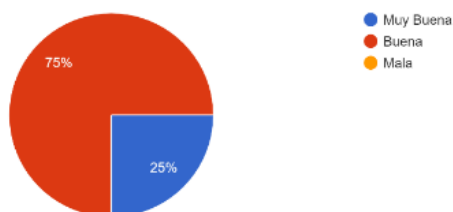


Figura 14: Gráfica y respuesta de Pregunta 1

En la figura 15, se confirma con un 75 % que la visualización de los componentes es correcta y permite ver todas las características físicas de los componentes en 3D.

Los resultados heterogéneos mostrados en la Figura 16 se obtuvieron debido a que no todos los usuarios pudieron manejar con facilidad la aplicación, puesto que no hubo indicaciones específicas de



2. ¿La calidad de resolución de: objetos, texturas, interfaz y animaciones dentro de la aplicación es?

4 respuestas

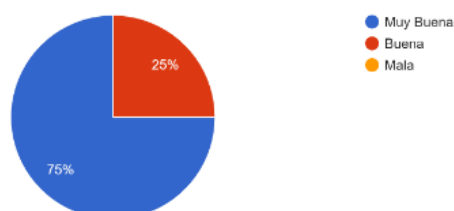


Figura 15: Gráfica y respuesta de Pregunta 2

cómo trabajar en el escenario, los controles de movimiento no manejaban mucha precisión debido a la sensibilidad que se configuró, para seleccionar los componentes. Por tanto, la mitad de los expertos consideran que la interacción es aceptable y el resto sugiere que es necesario mejorarla.

3. ¿Qué te pareció la experiencia al interactuar con el simulador?

4 respuestas

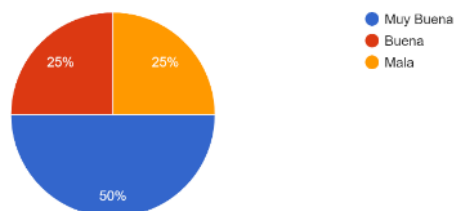


Figura 16: Gráfica y respuesta de Pregunta 3

Por su parte la figura 17, refleja el 100 % de facilidad de uso de los menús en la aplicación, en virtud de que se trabajó con botones estándar de menús que son intuitivos y amigables.

4. ¿La facilidad de usar los menús en la aplicación es?

4 respuestas

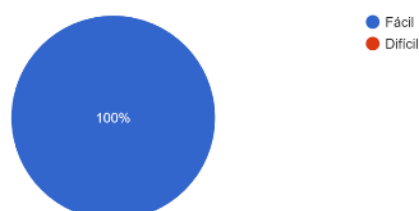


Figura 17: Gráfica y respuesta de Pregunta 4

En la figura 18, el 75 % de los expertos confirmaron que, al aplicar tecnologías innovadoras como la Realidad Virtual, genera y contribuye significativamente en una alternativa de aprendizaje eficaz y efectiva.



5. ¿Esta nueva forma de aprender, utilizando Realidad Virtual con componentes 3d es?
4 respuestas

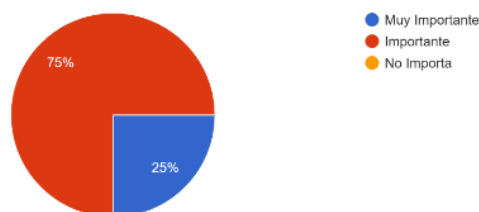


Figura 18: Gráfica y respuesta de Pregunta 5

4. Discusión

La metodología para el desarrollo de mundos virtuales educativos permitió la creación desde cero de una aplicación de realidad virtual para la Simulación del Ensamblaje de Computadoras. La herramienta de RV implementada se sustentó además en estudios desarrollados por [15], con publicaciones referentes a la Realidad Aumentada; y otros autores como: [16], [30], [18] [20] que han realizado investigaciones adoptando como herramienta de educación la utilización de la Realidad Virtual en el ensamblaje de computadoras.

Para definir la metodología, se realizó un análisis comparativo de metodologías de desarrollo aplicadas a proyectos de realidad virtual, donde se selecciona a [27] ya que en su estudio describe el proceso y las fases específicas enmarcadas en el desarrollo de mundos virtuales, misma que sirvió de guía para el diseño y análisis de este proyecto.

Para la fase de pruebas, se consideró el trabajo de [28] manejando los dos tipos de prueba: Alpha, las cuales se enfocaron en la funcionalidad e interacción, así como medir el rendimiento y recursos con la herramienta Unity Profiler; en cuanto se refiere a la prueba Beta, se la realizó mediante el apoyo de una encuesta de validación, que permitió determinar fallos programáticos en la implementación, experiencia de juego, experiencia visual y problemas de jugabilidad.

Como resultado de esta fase, se obtuvo que el rendimiento de Memoria y CPU utilizados en los equipos donde se instaló la aplicación, son adecuados ya que son valores inferiores a la capacidad reservada por Profiler. Respecto a su funcionalidad, se realizaron ajustes de acuerdo con los errores y sugerencias obtenidas y se aplicaron las correcciones pertinentes para optimizar la aplicación.

Sin embargo, durante la fase de pruebas del proyecto, se reconoce que hubo un limitante en las pruebas Beta, debido a la pandemia de COVID19, que impidió realizar pruebas con la participación de estudiantes en una clase demostrativa presencial. No obstante, la validación se las realizó con una muestra de 5 expertos en el Ensamblaje de Computadoras; para generalizar el resultado de dichas pruebas es necesario ampliar la muestra de la población.

Finalmente, se puede destacar el aporte de la aplicación al contar con un simulador para el ensamblaje de computadoras basado en realidad virtual. Además, hay que mencionar que el proyecto es escalable en cuanto a mejoras, o reutilización de los objetos 3D en otros escenarios o proyectos afines.

Agradecimientos Los autores agradecen a la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), a la Ing. Martha Agila y al Club de RV de la UTPL por su colaboración en la ejecución de esta investigación.



Apéndice o Anexo

Anexo A Listado de expertos

Tabla 4: Listado de Expertos para Validación -Tomado de la Tesis Calvopiña & Paredes, 2021

	Empresa	Ciudad	Experiencia
Experto 1	ZONANET	Loja	12 años
Experto 2	ZONANET	Loja	8 años
Experto 3	@PC	Riobamba	15 años
Experto 4	COMPUTEC	Riobamba	15 años
Experto 5	EROVECER COMPU	Quito	10 años

Anexo B Proceso de ensamblaje de PC

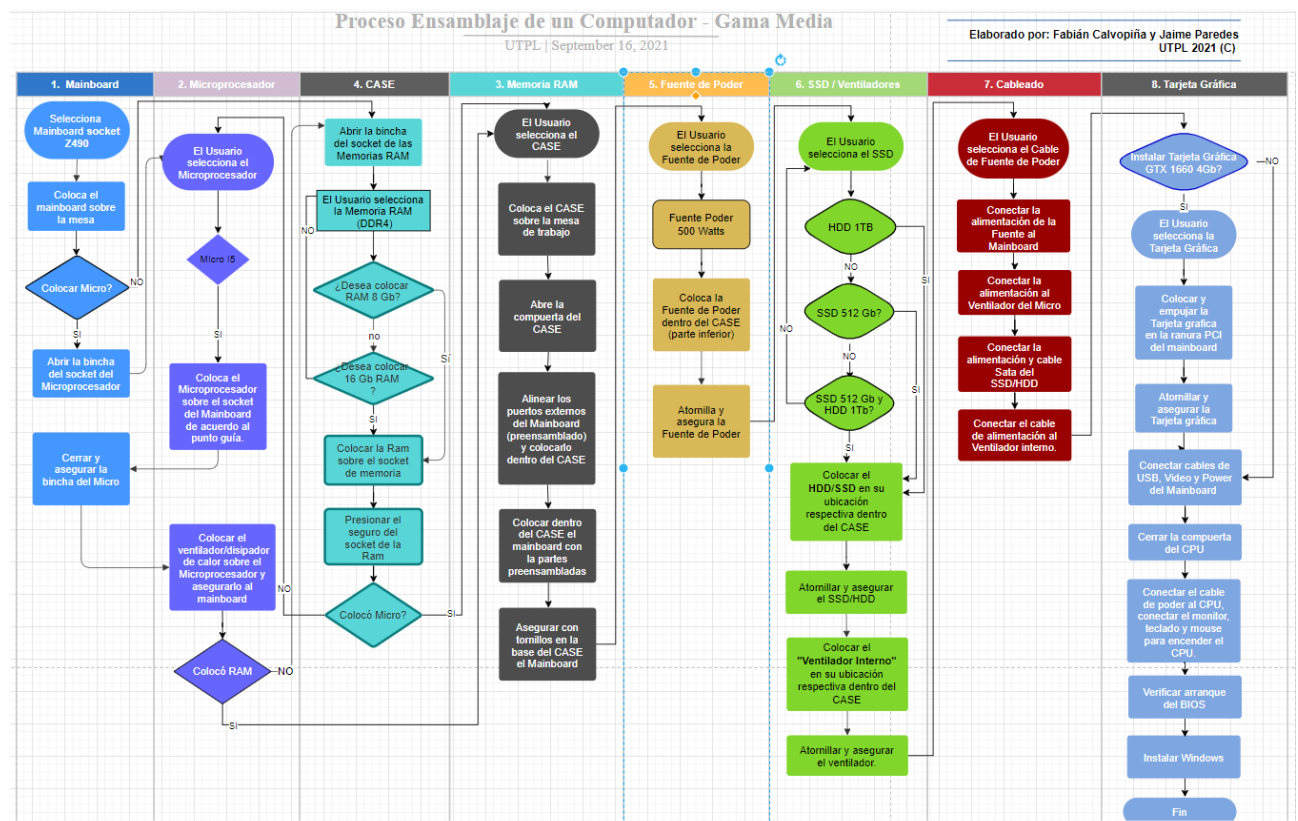


Figura 19: Proceso Ensamblaje de un Computador



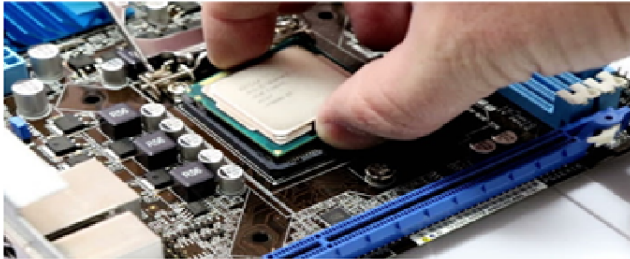
Anexo C Cuestionario aplicado a expertos

Ensamblaje de un CPU en un entorno virtual simulado

Encuesta de Evaluación para la Aplicación.

Correo *
Correo válido
Este formulario registra los correos. [Cambiar configuración](#)

Título de la Imagen



1. ¿Configuración de la resolución de pantalla e iniciación del simulador? *

☐ Muy Buena
☐ Buena
☐ Mala

2. ¿La calidad de resolución de: objetos, texturas, interfaz y animaciones dentro de la aplicación es? *

☐ Muy Buena
☐ Buena
☐ Mala

3. ¿Qué te pareció la experiencia al interactuar con el simulador? *

☐ Muy Buena
☐ Buena
☐ Mala

4. ¿La facilidad de usar los menús en la aplicación es? *

☐ Fácil
☐ Difícil

5. ¿Esta nueva forma de aprender, utilizando Realidad Virtual con componentes 3d es? *

☐ Muy importante
☐ Importante
☐ No importa

6. ¿Crees que has aprendido o reforzado tus conocimientos en el ensamblaje de computadoras utilizando esta aplicación? *

☐ Mucho
☐ Poco
☐ Nada

Figura 20: Cuestionario aplicado a expertos.



Referencias

- [1] Fernando Suárez-Warden, Eduardo González Mendiévil, Ciro A Rodríguez y Salvador Garcia-Lumbreras. «Assembly operations aided by augmented reality: an endeavour toward a comparative analysis». En: *Procedia Computer Science* 75 (2015), págs. 281-290. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.249>.
- [2] Yanping Tong, Fu Xie, Xiangwei Zheng y Yi Wei. «Design and Application of Virtual Training System for Computer Hardware Assembly». En: *Proceedings of the 2020 The 2nd World Symposium on Software Engineering*. 2020, págs. 146-150. DOI: <https://doi.org/10.1145/3425329.3425365>.
- [3] El Comercio. «Computación se enseña sin equipos». En: (2013).
- [4] Fernando Navarro, Antonio Martiénez y José M Martiénez. *Realidad virtual y realidad aumentada*. Ra-Ma Editorial, 2018.
- [5] Alicia Cañellas. *Realidad Virtual en Educación*. 2017.
- [6] Manuela Mesa Flórez. «Unidades de enseñanza potencialmente significativas para la implementación de la realidad virtual y aumentada en el trabajo práctico de laboratorio en física». En: (2020).
- [7] A Merino. *Realidad Mixta*. 2018.
- [8] Alegría Blázquez Sevilla. «Realidad Aumentada en educación». En: (2017).
- [9] G Carrión. *Universidad Tecnica del Norte*. 2018.
- [10] Nicholai Bockholt. «Realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta. y ¿qué significa realmente?». En: (2017), págs. 1-6.
- [11] David Cabañeros Blanco. *Realidad Mixta: conceptos y aplicaciones en transformación digital*. 2018.
- [12] Gurjinder Singh, Archana Mantri, Ojaswa Sharma, Rubina Dutta y Rashpinder Kaur. «Evaluating the impact of the augmented reality learning environment on electronics laboratory skills of engineering students». En: *Computer Applications in Engineering Education* 27.6 (2019), págs. 1361-1375. DOI: <https://doi.org/10.1002/cae.22156>.
- [13] Antonio Javier Martián Garcíá. «Aplicación de realidad mixta para la asistencia en tareas de ensamblaje». En: (2019).
- [14] Lili Cai y Gang Yang. «Development and Practice of Virtual Experiment Platform Based on Blender and HTML5-Taking Computer Assembly and Maintenance as An example». En: *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1601. 3. IOP Publishing. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1601/3/032034>.
- [15] Safiani Osman. «The Effect of Augmented Reality Application toward Student's Learning Performance in PC Assembly». En: *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering* 9 (sep. de 2020), págs. 401-407. DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/5791.42020>.
- [16] Acharaporn Khanthusaeng y Nadh Ditcharoen. «Enhancing Computer Assembly Skill Using Virtual Computer Laboratory in Conjunction with Team Game Tournament Method». En: (2019), págs. 591-596.
- [17] Thiago Alves Costa de Araujo, Francisco CMB Oliveira y Cecilia Lis Costa. «Creating job opportunities in computer assembly line for people with disabilities through augmented reality». En: *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE. 2019, págs. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028511>.
- [18] Yan Peng. «Application of Virtual Reality Technology in Computer Practice Teaching». En: 234 (2019). DOI: 10.1088/1755-1315/234/1/012045.



- [19] Shogo Teranishi y Yoshio Yamagishi. «Educational effects of a virtual reality simulation system for constructing self-built PCs». En: *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia* 27.3 (2018), págs. 411-423.
- [20] Fengxu Wang. «Computer distance virtual experiment teaching application based on virtual reality technology». En: *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)* 13.04 (2018), págs. 83-94. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i04.8472>.
- [21] Wenda Xie y Hua Zhang. «PC virtual assembly system based on the VRML/X3D». En: *2012 IEEE Symposium on Electrical & Electronics Engineering (EEESYM)*. IEEE. 2012, págs. 682-685. DOI: <https://doi.org/10.1109/EEESym.2012.6258751>.
- [22] Yun Zhou, Shangpeng Ji, Tao Xu y Zi Wang. «Promoting knowledge construction: a model for using virtual reality interaction to enhance learning». En: *Procedia computer science* 130 (2018), págs. 239-246. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.035>.
- [23] Dan Liu, Zuhua Guo y Xinling Sun. «Research and Implementation of Computer Assembly Virtual Laboratory based on 3D-Virtools». En: *International Journal of Advancements in Computing Technology* 4 (sep. de 2012), págs. 163-169. DOI: <https://doi.org/10.4156/ijact.vol4.issue17.19>.
- [24] Chun Hua Dong, Li Wang y Jian Ping Hu. «Design and Implementation of a Virtual Computer Assembly Experimental System». En: *Advanced Materials Research*. Vol. 268. Trans Tech Publ. 2011, págs. 1528-1532. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.268-270.1528>.
- [25] Safiani Osman, Danakorn Nincarean Eh Phon, Nurul Aswa Omar, Mohd Rustam Mohd Rameli, Najua Syuhada Ahmad Alhassora y Taufik Gusman. «Using Augmented Reality Application to Reduce Time Completion and Error Rate in PC Assembly». En: *JOIV: International Journal on Informatics Visualization* 4.3 (2020), págs. 166-171. DOI: <https://doi.org/10.30630/joiv.4.3.245>.
- [26] Luis Chamba-Eras y Jose Aguilar. «Augmented reality in a smart classroom—Case study: SaCI». En: *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje* 12.4 (2017), págs. 165-172. DOI: <https://doi.org/10.1109/RITA.2017.2776419>.
- [27] Marva Angélica Mora Lumbreras, Iván López Rafael, Carlos Alberto Meza Alvarado, Alberto Portilla Flores, Norma Sánchez Sánchez y Carolina Roció Sánchez Pérez. «Metodología para el Desarrollo de Mundos Virtuales, con un Caso de Estudio: Independencia de México». En: *Revista de difusión científica, ingeniería y tecnologías* 8.2 (2014), págs. 58-63.
- [28] Eduardo Luis Cartuche Granda. «Desarrollo de un videojuego para la enseñanzaaprendizaje de la historia de los sitios turísticos de la ciudad de Loja». Tesis doct. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador, 2016.
- [29] Alfredo Fernández Ramos & et al. «Desarrollo de videojuego para la promoción del castillo de la Mota utilizando tecnología de realidad virtual». En: (2021).
- [30] L Vaca Cárdenas, DE Olmedo Vizuela, A Tavernise, L Gabriele, F Bertacchini, P Pantano y E Bilotta. «Darwin has come back to the Galápagos Islands: An educational journey to discover biological evolution». En: *EDULEARN14 proceedings*. IATED. 2014, págs. 6088-6095.